

REC'D 26 JUL 2004

WIPO	PCT
------	-----

103 29 541.0

30. Juni 2003

Siemens Aktiengesellschaft, 80333 München/DE

Verfahren zur Überwachung eines Drehratensensors

G 01 C 25/00

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 6. Mai 2004
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
 Im Auftrag

Hoiß

Beschreibung

Verfahren zur Überwachung eines Drehratensensors

- 5 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Überwachung eines Drehratensensors mit einem Vibrationskreisel, der mit einem ersten Eingang und einem ersten Ausgang Teil eines primären Regelkreises ist, der den Vibrationskreisel durch Zuführung eines Erregersignals zum ersten Eingang mit seiner Eigenfrequenz erregt, wobei der Vibrationskreisel ferner mit einem
- 10 zweiten Eingang und mit einem zweiten Ausgang Teil eines sekundären Regelkreises ist, wobei dem zweiten Ausgang ein Ausgangssignal entnehmbar ist, das nach Verstärkung und Analog/Digital-Wandlung in eine Inphase-Komponente und eine
- 15 Quadratur-Komponente demoduliert wird, wobei die Komponenten nach Filterung wieder moduliert und zu einem Treibersignal zusammengesetzt werden, das dem zweiten Eingang zugeführt wird, und wobei aus der Inphase-Komponente ein Drehratensignal abgeleitet wird.
- 20 Beispielsweise aus EP 0 461 761 B1 sind Drehratensensoren bekannt geworden, bei welchen ein Vibrationskreisel in zwei gegenüber einer Hauptachse radial ausgerichteten Achsen angeregt wird, wozu ein primärer und ein sekundärer Regelkreis
- 25 mit entsprechenden Wandlern an dem Vibrationskreisel vorgesehen sind. Werden derartige Drehratensensoren in Fahrzeugen zur Stabilisierung der Fahrzeugbewegung eingesetzt, so können durch Ausfall oder fehlerhafte Funktion Gefährdungen auftreten. Um diese zu vermeiden, ist eine Funktionsüberwachung des
- 30 Drehratensensors erforderlich.
- Eine solche Überwachung wird in vorteilhafter Weise bei dem erfindungsgemäßen Verfahren dadurch durchgeführt,
- 35 - dass der Inphase-Komponente und der Quadratur-Komponente ein Testsignal hinzugefügt wird, dessen Frequenz im Treibersignal außerhalb des Durchlassbereichs des zweiten Regelkreises liegende Seitenbänder bewirkt,

- dass das jeweils in der Inphase-Komponente und in der Quadratur-Komponente nach Durchlaufen der Regelschleife vorhandene Testsignal überwacht wird und
- dass eine Fehlermeldung abgegeben wird, wenn die Amplitude unter einem vorgegebenen Schwellwert liegt.

5
10 Durch das erfindungsgemäße Verfahren ist eine Überwachung der Funktion des gesamten Regelkreises einschließlich des Vibrationskreisels während des Betriebes möglich, ohne dass die Funktion des Drehratensensors in irgendeiner Weise beeinflusst wird.

15 Eine vorteilhafte Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens besteht darin, dass den Komponenten vor dem Hinzufügen des Testsignals Messsignale entnommen werden, welche synchron demoduliert werden.

20 Eine Erfassung möglichst vieler Veränderungen im sekundären Regelkreis kann bei einer anderen Weiterbildung dadurch erfolgen, dass die Messsignale aus beiden Komponenten jeweils auf ihre Amplitude, das Verhältnis der Amplitude zueinander und/oder auf ihre Phase überwacht werden. Dabei ist vorzugsweise vorgesehen, dass Messsignale vor und nach einer Filterung der Komponenten abgeleitet werden.

25 Da die durch die Modulation entstandenen Seitenbänder und damit auch das Modulationssignal sowie die Messsignale äußerst geringe Amplituden aufweisen, kann zur Unterdrückung des Rauschens vorgesehen sein, dass die synchron demodulierten Messsignale über eine vorgegebene Zeit integriert werden und dass
30 der Wert des Integrals mit dem vorgegebenen Schwellwert verglichen wird. Alternativ kann das Verfahren auch derart ausgebildet sein, dass die synchron demodulierten Messsignale integriert werden und dass die Zeit gemessen wird, bis die
35 integrierten Messsignale einen vorgegebenen Schwellwert erreichen.

Bei den bekannten Vibrationskreiseln hat es sich als günstig herausgestellt, wenn das Modulationssignal eine Frequenz von 200 Hz aufweist.

- 5 Die Erfindung lässt zahlreiche Ausführungsformen zu. Eine davon ist schematisch in der Zeichnung anhand mehrerer Figuren dargestellt und nachfolgend beschrieben. Es zeigt:

Fig. 1: ein Blockschaltbild eines Drehratensensors und

10

Fig. 2: eine detailliertere Darstellung eines sekundären Regelkreises im Drehratensensor.

15

Das Ausführungsbeispiel sowie Teile davon sind zwar als Blockschaltbilder dargestellt. Dieses bedeutet jedoch nicht, dass die erfindungsgemäße Anordnung auf eine Realisierung mit Hilfe von einzelnen den Blöcken entsprechenden Schaltungen beschränkt ist. Die erfindungsgemäße Anordnung ist vielmehr in besonders vorteilhafter Weise mit Hilfe von hochintegrier-

20

ten Schaltungen realisierbar. Dabei können Mikroprozessoren eingesetzt werden, welche bei geeigneter Programmierung die in den Blockschaltbildern dargestellten Verarbeitungsschritte durchführen.

25

Fig. 1 zeigt ein Blockschaltbild einer Anordnung mit einem Vibrationskreisel 1 mit zwei Eingängen 2, 3 für ein primäres Erregersignal PD und ein sekundäres Erregersignal SD. Die Erregung erfolgt durch geeignete Wandler, beispielsweise elektromagnetische. Der Vibrationskreisel weist ferner zwei Aus-

30

gänge 4, 5 für ein primäres Ausgangssignal PO und ein sekundäres Ausgangssignal SO auf. Diese Signale geben die jeweilige Vibration an räumlich versetzten Stellen des Kreisels wieder. Derartige Kreisel sind beispielsweise aus EP 0 307 321 A1 bekannt und beruhen auf der Wirkung der Corioliskraft.

35

Der Vibrationskreisel 1 stellt ein Filter hoher Güte dar, wobei die Strecke zwischen dem Eingang 2 und dem Ausgang 4 Teil

eines primären Regelkreises 6 und die Strecke zwischen dem Eingang 3 und dem Ausgang 5 Teil eines sekundären Regelkreises 7 ist. Der primäre Regelkreis 6 dient zur Anregung von Schwingungen mit der Resonanzfrequenz des Vibrationskreises von beispielsweise 14 kHz. Die Anregung erfolgt dabei in einer Achse des Vibrationskreises, zu welcher die für den sekundären Regelkreis benutzte Schwingungsrichtung um 90° versetzt ist. Im sekundären Regelkreis 7 wird das Signal SO in eine Inphase-Komponente und eine Quadratur-Komponente aufgespalten, von denen eine über ein Filter 8 einem Ausgang 9 zugeleitet wird, von welchem ein der Drehrate proportionales Signal abnehmbar ist.

In beiden Regelkreisen 6, 7 erfolgt ein wesentlicher Teil der Signalverarbeitung digital. Die zur Signalverarbeitung erforderlichen Taktsignale werden in einem quarzgesteuerten digitalen Frequenz-Synthesizer 10 erzeugt, dessen Taktfrequenz im dargestellten Beispiel 14,5 MHz beträgt. Von einer Erläuterung des primären Regelkreises wird abgesehen, da diese zum Verständnis des Ausführungsbeispiels nicht erforderlich ist.

Der sekundäre Regelkreis 7 ist in Fig. 2 als Blockschaltbild dargestellt und enthält einen Verstärker 25, ein Anti-Alias-Filter 26 und einen Analog/Digital-Wandler 27. Mit Hilfe von Multiplizierern 28, 29, denen das verstärkte und digitalisierte Signal SO und Träger T11 und Tq1 zugeführt werden, erfolgt eine Aufspaltung in eine Inphase-Komponente und eine Quadratur-Komponente.

Beide Komponenten durchlaufen anschließend je ein $(\sin x/x)$ -Filter 30, 31 und ein Tiefpassfilter 32, 33. Aus dem gefilterten Realteil werden mit Hilfe einer Aufbereitungsschaltung 34 zwei Signale R1 und R2 abgeleitet, welche die mit dem Drehratensensor zu messende Drehrate darstellen. Die Signale R1 und R2 unterscheiden sich dadurch, dass das Signal R2 nicht den gesamten durch die verwendete Schaltungstechnik möglichen Amplitudenbereich von beispielsweise 0V bis +5V

einnimmt. Zur Ausgabe einer Fehlermeldung wird das Signal R2 auf Null gelegt, was das angeschlossene System als Fehlermeldung erkennt.

5 Den Tiefpassfiltern 32, 33 ist je ein Addierer 35, 36 nachgeschaltet. Anschließend erfolgt mit Hilfe von Multiplizierern 37, 38 eine Remodulation beider Komponenten S_i bzw. S_q mit Trägern T_{i2} und T_{q2} . Eine Addition bei 39 ergibt wieder eine 14-kHz-Schwingung, die in einem Ausgangstreiber 40 in einen
10 zur Anregung des Vibrationskreisels 1 geeigneten Strom umgewandelt wird.

Zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird in einem Generator 41 ein Modulationssignal von 200 Hz erzeugt. In
15 zwei Multiplizierern 42, 43 wird dieses Signal mit Konstanten k_1 und k_2 multipliziert, die einstellbar sind bzw. bei Einschalten aus einem Speicher geladen werden, wodurch unabhängig voneinander die Amplituden des Testsignals für die beiden Komponenten einstellbar ist. In anschließenden Addierern 44,
20 45 werden einstellbare Vorspannungen k_3 und k_4 hinzuaddiert. Die somit abgeleiteten Komponenten des Testsignals werden in den Addierern 35 und 36 der Inphase-Komponente und der Quadratur-Komponente hinzuaddiert. Durch die anschließenden Multiplizierer 37, 38 und den Addierer 39 wird dann das Trägersignal mit dem wieder zusammengefassten demodulierten Ausgangssignal und zusätzlich mit dem Modulationssignal moduliert.
25

Die vom Ausgang 5 des Vibrationskreisels nach Verstärkung, Anti-Alias-Filterung 26, Analog/Digital-Wandlung und Demodulation bei 28, 39 gewonnenen Komponenten werden jeweils vor
30 den Filtern 32, 33 und nach den Filtern 32, 33 abgegriffen und als Messsignale einem Multiplexer 46 zugeführt, dessen Ausgang mit einem Multiplizierer 47 verbunden ist, der als Synchron-Demodulator dient. Dessen Ausgangssignal wird bei 48
35 über eine größere Anzahl von Perioden integriert und einer Schwellwertschaltung 49 zugeleitet. Das Vorhandensein der

Testsignale wird dadurch festgestellt, dass innerhalb einer vorgegebenen Zeit das jeweilige Integral einen vorgegebenen Schwellwert überschreitet. Ist dies nicht der Fall, wird bei 50 ein Alarmsignal ausgegeben. Ein Phasenfehler in mindestens 5 einem der Testsignale wird durch die Synchrondemodulation ebenfalls festgestellt.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Überwachung eines Drehratensensors mit einem Vibrationskreisel,
- 5 - der mit einem ersten Eingang und einem ersten Ausgang Teil eines primären Regelkreises ist, der den Vibrationskreisel durch Zuführung eines Erregersignals zum ersten Eingang mit seiner Eigenfrequenz erregt,
- 10 - wobei der Vibrationskreisel ferner mit einem zweiten Eingang und mit einem zweiten Ausgang Teil eines sekundären Regelkreises ist,
- 15 - wobei dem zweiten Ausgang ein Ausgangssignal entnehmbar ist, das nach Verstärkung und Analog/Digital-Wandlung in eine Inphase-Komponente und eine Quadratur-Komponente demoduliert wird,
- 20 - wobei die Komponenten nach Filterung wieder moduliert und zu einem Treibersignal zusammengesetzt werden, das dem zweiten Eingang zugeführt wird, und
- 25 - wobei aus der Inphase-Komponente ein Drehratensignal abgeleitet wird, dadurch gekennzeichnet,
- 30 - dass der Inphase-Komponente und der Quadratur-Komponente ein Testsignal hinzugefügt wird, dessen Frequenz im Treibersignal außerhalb des Durchlassbereichs des zweiten Regelkreises liegende Seitenbänder bewirkt,
- 35 - dass das jeweils in der Inphase-Komponente und in der Quadratur-Komponente nach Durchlaufen der Regelschleife vorhandene Testsignal überwacht wird und
- dass eine Fehlermeldung abgegeben wird, wenn die Amplitude unter einem vorgegebenen Schwellwert liegt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass den Komponenten vor dem Hinzufügen des Testsig-

nals Messsignale entnommen werden, welche synchron demoduliert werden.

- 5 3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Messsignale aus beiden Komponenten jeweils auf ihre Amplitude, das Verhältnis der Amplitude zueinander und/oder auf ihre Phase überwacht werden.
- 10 4. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass Messsignale vor und nach einer Filterung der Komponenten abgeleitet werden.
- 15 5. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die synchron demodulierten Messsignale über eine vorgegebene Zeit integriert werden und dass der Wert des Integrals mit dem vorgegebenen Schwellwert verglichen wird.
- 20 6. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die synchron demodulierten Messsignale integriert werden und dass die Zeit gemessen wird, bis die integrierten Messsignale einen vorgegebenen Schwellwert erreichen.
- 25 7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Modulationssignal eine Frequenz von 200 Hz aufweist.

Zusammenfassung

Verfahren zur Überwachung eines Drehratensensors

- 5 Bei einem Verfahren zur Überwachung eines Drehratensensors mit einem Vibrationskreisel, der mit einem ersten Eingang und einem ersten Ausgang Teil eines primären Regelkreises ist, der den Vibrationskreisel durch Zuführung eines Erre-
gersignals zum ersten Eingang mit seiner Eigenfrequenz er-
10 regt, wobei der Vibrationskreisel ferner mit einem zweiten Eingang und mit einem zweiten Ausgang Teil eines sekundären Regelkreises ist, wobei dem zweiten Ausgang ein Ausgangssig-
nal entnehmbar ist, das nach Verstärkung und Analog/Digital-
Wandlung in eine Inphase-Komponente und eine Quadratur-
15 Komponente demoduliert wird, wobei die Komponenten nach Fil-
terung wieder moduliert und zu einem Treibersignal zusammen-
gesetzt werden, das dem zweiten Eingang zugeführt wird, und
wobei aus der Inphase-Komponente ein Drehratensignal abge-
leitet wird, ist vorgesehen, dass der Inphase-Komponente und
20 der Quadratur-Komponente ein Testsignal hinzugefügt wird,
dessen Frequenz im Treibersignal außerhalb des Durchlassbe-
reichs des zweiten Regelkreises liegende Seitenbänder be-
wirkt, dass das jeweils in der Inphase-Komponente und in der
Quadratur-Komponente nach Durchlaufen der Regelschleife vor-
25 handene Testsignal überwacht wird und dass eine Fehlermel-
dung abgegeben wird, wenn die Amplitude unter einem vorgege-
benen Schwellwert liegt.

Fig. 2

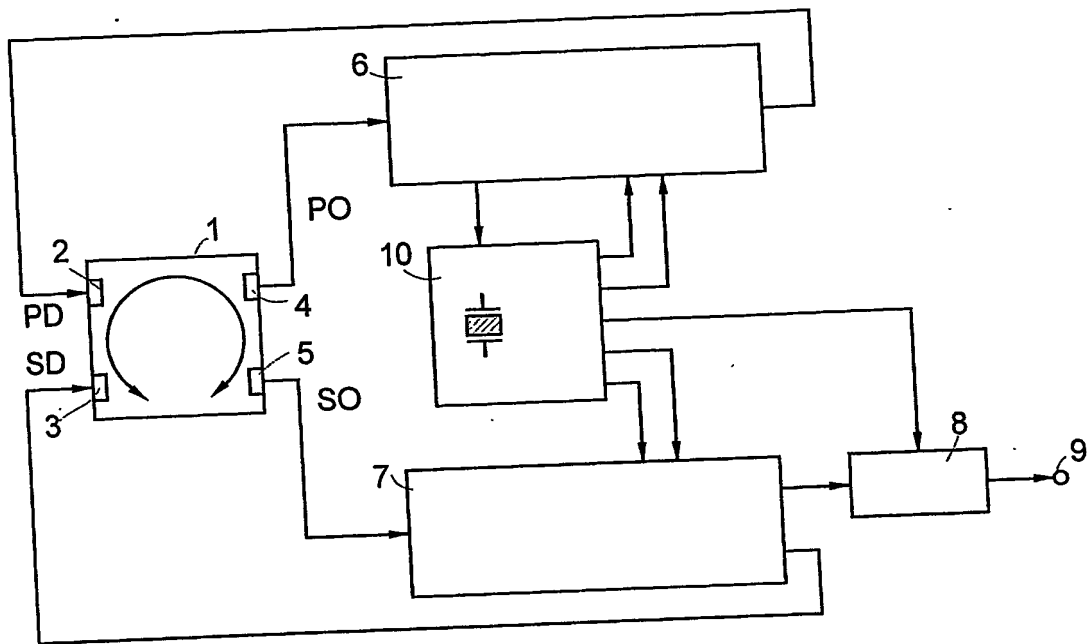


Fig.1

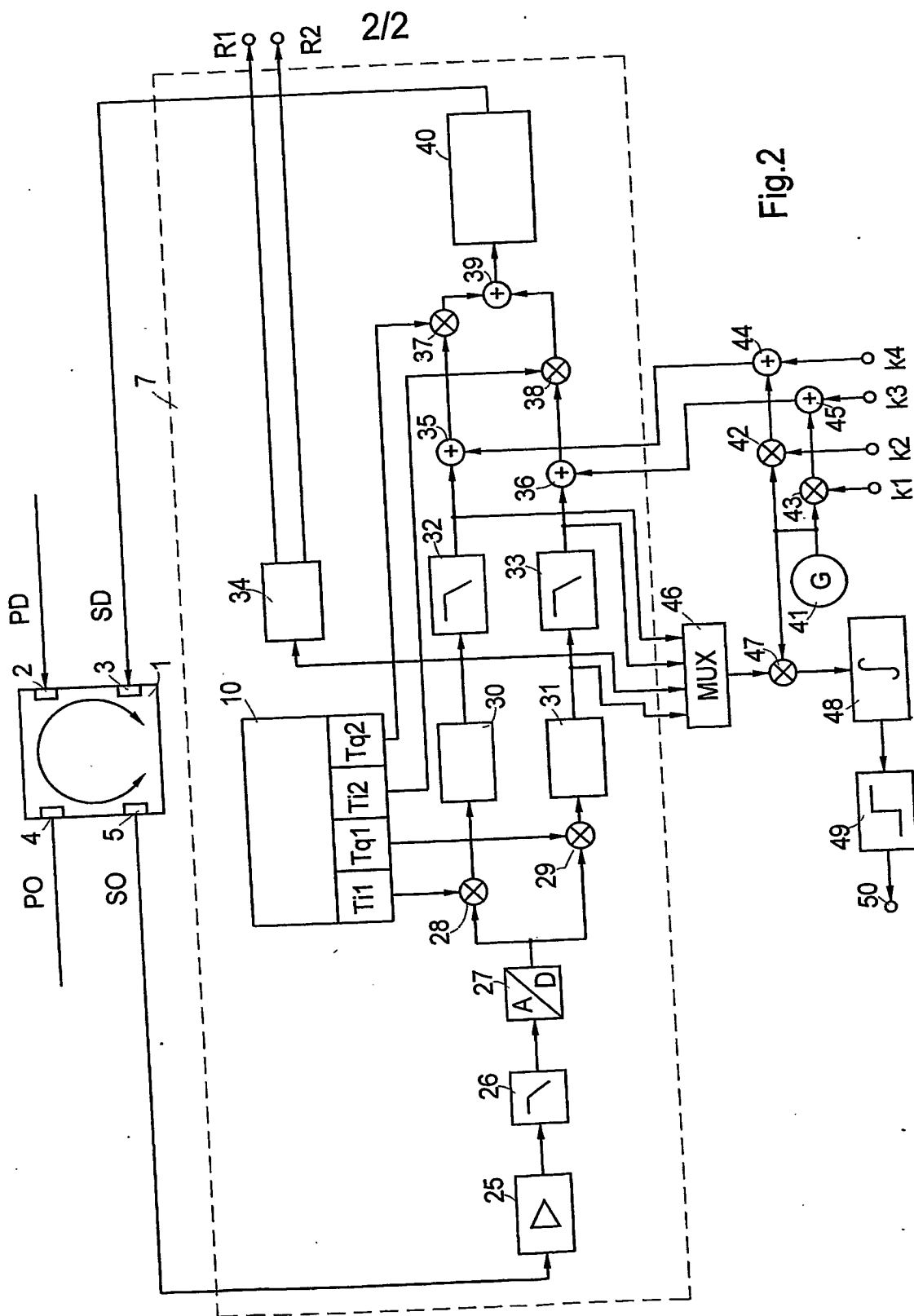


Fig.2